OERLIKON.

Comparaison entre les canons-moteur

HISPANO-SUIZA "404" et OERLIKON "FFS/MK".

S.A. DE MACHINES-OUTILS OERLIKON,

ZURICH-OERLIKON,

(SUISSE).

S. A. de Machines-Outils OERLIKON.

COMPARAISON ENTRE LES CANONS-MOTEUR HISPANO-SUIZA "404" et OERLIKON "FFS/MK".

Les deux croquis ci-dessous montrent d'une façon simple et claire les traits caractéristiques et distinctifs des deux systèmes de fermeture auxquels il est fait allusion dans les suivantes considérations.

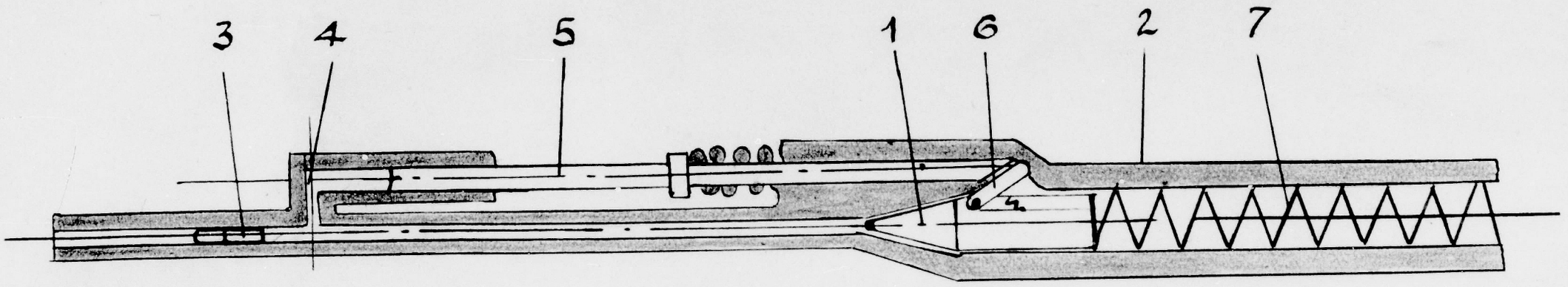

Fig. 1. Système de fermeture HS 404.

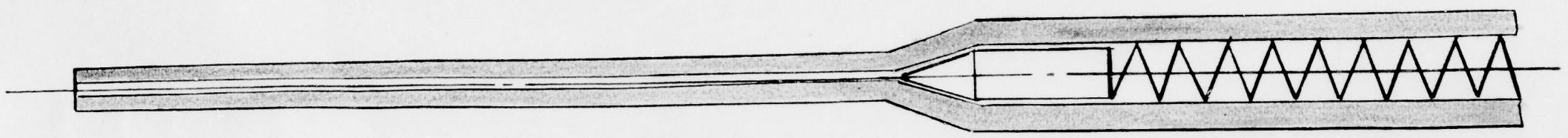

Fig. 2. Système de fermeture FFS/MK.

Retenons tout d'abord qu'un mécanisme compliqué et comportant nombre de pièces mobiles est sujet à plus de dérangements et à une plus grande usure qu'un mécanisme simple. Il est de toute importance de se rappeler cet axiome lorsqu'il s'agit de juger de la valeur d'armes de différents systèmes. C'est ce que nous allons faire dans la présente étude.

Comme les deux canons en question se distinguent particulièrement par leurs systèmes de fermeture, tandis que dans

d'autres détails ils ne présentent guère de différences remarquables, nous avons renoncé à inclure ces détails dans les croquis ci-dessus, qui ne reproduisent donc que les caractéristiques essentielles des deux principes de verrouillage.

Le canon-moteur Hispano-Suiza 404 (appelé par la suite "HS 404") est une arme à emprunt de gaz: La culasse 1 (voir fig. 1) reste rigidement verrouillée à sa gaine 2 jusqu'au moment où le projectile 3 dégage l'ouverture de prise des gaz 4 A ce moment seulement, c'est-à-dire lorsque la pression des gaz s'est sensiblement réduite, la bielle 5 libère le verrou d'appui 6 et déverrouille ainsi la masse 1, qui par l'effet de la pression restante exercée par les gaz sur le culot de la cartouche est lancée en arrière en vainquant la résistance opposée par le ressort récupérateur 7.

Contrairement au fonctionnement qui caractérise le système Oerlikon, la percussion a lieu au moment où la culasse est arrêtée et rigidement verrouillée, immédiatement après qu'elle a été freinée brusquement à la fin de sa course en avant par butage contre la gaine, étant empêchée par le verrou 6 de retourner en arrière.

Par contre, le système Oerlikon (v/fig.2) est caractérisée par les principes du verrouillage par la masse et de la percussion "avancée".

La percussion a lieu au moment où la culasse, lancée en avant par le ressort récupérateur, est sur le point de joindre sa position extrême antérieure et se trouve donc encore en plein mouvement. Alors, l'énergie cinétique de la culasse est

d'abord freinée par la pression rapidement augmentée des gaz, ces derniers perdant par ce fait environ la moitié de leur force de recul; la pression restante lance la culasse en arrière, contre l'effet du ressort récupérateur.

Ainsi qu'il résulte clairement des lignes précédentes, le principe de fonctionnement du canon Oerlikon est d'une géniale simplicité, le verrouillage s'effectuant uniquement à l'aide de l'inertie de la culasse; en outre, grâce à la percussion "avancée" ce système permet de réduire à la moitié environ l'énergie de recul que présenterait l'arme si la percussion n'était pas "avancée", mais "retardée". Mais même dans ce dernier cas, la force de recul du canon Oerlikon serait incomparablement inférieure à celle d'une arme à verrouillage rigide, ainsi que le suivant exemple arithmétique le prouve:

Admettons que la pression maximum des gaz des armes formant l'objet de cette étude soit de 3200 atm et que la section du culot de la cartouche soit de 3,35 cm^2; dans ce cas, la pression des gaz sera pour l'une et l'autre arme égale à

3200 ° 3,35 = 10720 kg.

Dans le canon HS 404 - arme à emprunt de gaz à verrouillage rigide - cette pression est transmise du verrouillage à l'arme d'une façon violente et d'un coup. Inutile de souligner qu'à la longue les pièces vitales de l'arme, telles que les organes de verrouillage par exemple, doivent s'en ressentir, même si leur construction est des plus soignées et que leur usure sera d'autant plus grande que la cadence est élevée.

Il est évident que dans le canon Oerlikon ce problème du recul a été résolu d'une façon bien plus élégante: tout en subissant la même pression, cette arme est à même de s'en servir sans aucun des inconvenients signalés, non pas par verrouillage rigide entre la culasse et le tube, mais par l'énergie cinétique de la culasse dans son mouvement vers l'avant, qui, en s'opposant à la pression des gaz, se transforme en énergie de pression.

Il n'y a donc aucune réaction des gaz à leur pression maximum sur le corps de l'arme, la culasse n'étant pas appuyée contre sa gaine par des organes rigides, mais simplement par le ressort récupérateur, qui, en absorbant l'énergie de recul d'une façon douce et élastique, la transforme en une pression pratiquement inoffensive, augmentant graduellement en correspondance avec le diagramme du ressort. Dans le canon-moteur Oerlikon FFS/MK, cette pression atteint normalement un maximum de 265 kg, valeur qui peut augmenter jusqu'à 920 kg lorsque toute la course d'amortissement est utilisée. A égalité de puissance des deux canons faisant l'objet de cette étude comparative, ces valeurs ne représentent qu'environ 1/40 et 1/12 respectivement, de la pression maximum entrant en jeu dans le canon HS 404 et se traduisant par des chocs violents. Ce fait explique le fonctionnement doux, élastique et entièrement exempt de chocs qui est un trait distinctif du canon Oerlikon et la raison de sa supériorité marquée sur les produits de la concurrence dans ce domaine. Cependant, quelqu'importants que soient tous ces phénomènes pour le bon fonctionnement de l'arme elle-même, il faut dire que, lorsqu'il s'agit de comparer les réactions du recul

de deux armes, d'ordinaire on ne pense pas à ce que nous pourrions appeler "le comportement interne de l'arme", mais plutôt à la force extérieure, mesurée en kg et qui est transmise directement de la pièce d'épaulement à l'épaule du tireur, ou bien du pivot de l'arme à l'affût, ou encore de l'arme à ses organes de fixation dans l'avion, comme c'est le cas pour le canon-moteur, par exemple. Or, les suivantes considérations prouveront que, grâce au système de verrouillage par la masse et de percussion "avancée", le canon Oerlikon doit donner de meilleurs résultats que le canon HS 404 à verrouillage rigide, aussi pour ce qui concerne ce recul "extérieur".

Le choc transmis à l'arme par les gaz de déflagration est indépendant du système de fermeture choisi; il correspond à l'intégrale du diagramme d'énergie des gaz respectif, exprimée en kg.sec. (Dans ce diagramme il faut naturellement tenir compte du frottement du projectile, de même que d'autres pertes et facteurs tels que les différences dans la longueur du tube, dans la section de la bouche, etc.).

Il s'en suit que si les diagrammes d'énergie des gaz de deux armes présentent la même valeur, elles sont aussi sujettes au même recul, quelques que soient leurs systèmes de fermeture. Si ces deux armes ont en outre le même poids et si, établissant une sorte de pendule balistique, on les fixe à égale distance du point de suspension, la déflexion maximum sera la même pour les deux armes, mais la vitesse de déflexion sera différente. En effet, dans le système à verrouillage rigide, cette déflexion doit forcément s'effectuer pendant la très courte durée de la

pression des gaz de déflagration, alors que dans le système Oerlikon cette pression est transmise à l'arme dans un temps beaucoup plus long, c'est-à-dire, dans l'intervalle existant entre le moment de la détente et celui où la culasse est saisie par les crochets, soit l'intervalle entre deux coups. En admettant que la force d'impulsion des gaz, qui peut être exprimée arithmétiquement comme le produit de force et de temps, soit égale pour les deux armes, les forces moyennes doivent être inversement proportionnelles aux temps de leur durée. Or, comme l'effet des gaz dure 4 millièmes de seconde environ, tandis que l'intervalle entre deux coups du canon FFS/MK est de 60/470 = 0,1277 sec, les forces moyennes sont d'une proportion réciproque de:

0,1277/0,04 = 32:1.

La force moyenne de recul du canon HS 404 est donc 32 fois plus grande que celle du canon-moteur Oerlikon FFS/MK et se traduit par des chocs violents et secs comme des coups de marteau.

Or, c'est un fait reconnu qu'un avantage mécanique entraîne toujours après lui un désavantage, loi naturelle à laquelle nul système d'arme peut échapper. Si, par exemple, on veut réduire au minimum l'effet de recul, il faut se servir d'une construction élastique telle que celle adoptée par Oerlikon, c'est-à-dire, monter un ressort récupérateur entre la culasse et l'arme. Si, en outre, on veut maîtriser dans cette construction les forces énormes des gaz de déflagration, la masse de la culasse ne doit pas être trop légère, car autrement elle reculerait trop vite et l'énergie cinétique du recul -

- qui augmente en proportion inverse de son poids - deviendrait si grande qu'elle ne pourrait plus être maîtrisée par un ressort récupérateur d'une dimension acceptable. C'est pour cette raison que la culasse d'une arme à verrouillage par la masse est généralement plus lourde que celle d'une arme à verrouillage rigide, cette dernière présentant par conséquent une cadence un peu supérieure. Tout en se rendant parfaitement compte de ce fait, la maison Oerlikon a accepté volontiers ce qui pourrait sembler un inconvénient de sa construction, ne tenant pas tellement à briller par une cadence extraordinaire de son arme, mais plutôt à donner aux aviateurs de combat une arme d'un fonctionnement absolument sûr et sur laquelle ils pourront entièrement compter dans les moments critiques. Les considérations précédentes et celles qui suivent prouvent d'une façon incontestable que, d'autre part, la construction du canon HS 404 est susceptible de faire naître des doutes quant à la parfaite sûreté de fonctionnement de cette arme. Analysons-en les raisons:

1°) - En comparant les figures 1 et 2 on voit immédiatement que le canon HS 404 est plus compliqué et par là plus sujet à des perturbations; pour cette même raison les réparations sont plus difficiles à faire, ce qui demande un personnel particulièrement instruit et pratique. Parmi les possibles causes de dérangements des armes à emprunt de gaz, nous citerons les suivantes: encrassement de l'ouverture de prise des gaz et du guidage de la bielle - flexion de la bielle conséquence: le mécanisme de déverrouillage, commandé par les

gaz, fonctionne mal ou ne fonctionne plus du tout.

2°) - Il est certain que les constructeurs du canon HS 404 n'ont pas encore eu le temps de l'éprouver suffisamment (le brevet respectif n'existe que depuis une année environ). Le canon du système Oerlikon, d'autre part, a déjà fait ses preuves au cours des dernières années de la guerre mondiale, et voilà bien d'années qu'il est fabriqué en grandes séries. On pourra objecter que le temps de développement ne joue pas un rôle d'une si grande importance tant que l'on dispose de collaborateurs vraiment capables de sortir un produit de qualité. Cependant, les faits prouvent que cela ne suffit pas: il faut non seulement de longues recherches, mais encore de nombreux essais qui demandent leur temps. Ceci est particulièrement vrai pour la construction d'armes, où même les hommes les plus expérimentés du métier ne cessent d'avoir de grandes surprises. On a donc toute raison d'admettre que le canon HS 404, qui jusqu'à présent n'a été fabriqué que dans un nombre limité, n'est pas encore parfaitement mis au point et que, en conséquence, sa sûreté de fonctionnement n'est pas encore absolue, alors que le canon FFS/MK est une arme entièrement éprouvée et donnant les meilleurs résultats sous tous les rapports.

3°) - Le canon HS 404 présente naturellement tous les désavantages des armes à verrouillage rigide. Rappelons-nous par exemple l'inconvénient du nombre relativement élevé des pièces mobiles, multipliant les possibilités de perturbations et bornons-nous à signaler encore deux gros désavantages de ce système:

a) Le recul incomparablement plus fort et plus sec, par quoi le mécanisme de fermeture est sujet à une grande usure et les pièces de fixation au moteur ont à subir de violents efforts. Cette circonstance a obligé la Hispano-Suiza à adapter un frein de bouche à son canon. Si ce dispositif permet de ménager lesdits organes de fixation, il n'en est pas de même pour le mécanisme de verrouillage. D'autre part, le frein de bouche présente certains inconvénients, car les gaz de déflagration, quittant l'arme à grande vitesse et à haute température, sont dirigés vers l'arrière et frappent ainsi l'avion. Le frein de bouche lui-même est encore une source de dérangements, étant soumis à un très grand échauffement, à une grande usure et à l'encrassement.

b) La résistance opposée par la cartouche à son extraction est plus grande, car à cause du verrouillage rigide elle reste plus longtemps immobile dans la chambre, pressée contre sa paroi; dans le système Oerlikon, par contre, la cartouche est continuellement en mouvement. Or, on sait que le frottement immobile est toujours plus grand que le frottement mobile. La cartouche du canon HS 404, qui doit être lancée en arrière avant que la pression des gaz dans la chambre à cartouche n'ait disparue, demande donc un graissage bien plus soigneux afin d'éviter des fissures des douilles et assurer le fonctionnement correct de l'automaticité.

Par contre, le système Oerlikon présente les suivants avantages:

a) Le mécanisme automatique est plus simple et moins délicat; il comporte moins de pièces mobiles, tout le

mécanisme compliqué de la prise des gaz et du verrouillage étant supprimé.

b) Comme nous venons de le voir, le recul est moins fort et saccadé et il n'est pas besoin de munir l'arme de moyens élastiques pour sa fixation dans le moteur, comme c'est le cas pour le canon HS 404, malgré l'emploi d'un frein de bouche. Cela n'est pas même nécessaire pour l'amortissement de la dernière course en avant (sans percussion), le canon Oerlikon étant muni d'un dispositif ad hoc.

c) Comme la douille est continuellement en mouvement, sa résistance à l'extraction est moindre et moins variable; par conséquent, moins de fissures et de coinçages de douilles.

4°) - Au fond, la cadence plus élevée - environ 700 coups par minute - signifie un certain danger pour le canon HS 404, car les possibilités de perturbations, la fatigue, l'usure et l'échauffement augmentent rapidement avec la cadence. Ce sont des faits qui se sont sans doute reproduits dans ce canon, sans quoi on ne comprendrait pas pourquoi la cadence, qui fut indiquée au début comme étant de l'ordre de 950 cps/min, a été d'un coup réduite à la valeur considérablement inférieure de 700 cps/min. Et peut-être même faudra-t-il réduire encore cette dernière valeur si, comme c'est le cas pour le canon Oerlikon, elle doit représenter la cadence à laquelle l'arme fonctionne sans le moindre raté. Signalons à l'appui de cette affirmation la circonstance qu'après avoir tiré le contenu d'un chargeur de 60 coups, le canon HS 404 atteint une température telle que le tir doit être interrompu. D'autre part, la cadence de 700 cps/mir

du HS 404 n'est pas tellement supérieure aux 470 cps/min du canon FFS/MK qu'elle se traduise par un sensible avantage dans le combat aérien. Mettons qu'un avion de 8 m de longueur possèd une vitesse de 400 km/h, égale à 111 m/sec; dans ce cas il se déplacera de sa propre longueur en 0,072 sec. D'autre part, à la cadence de 700 cps/min, l'intervalle entre deux coups est de 0,086 sec; un avion armé d'un canon HS 404 et attaquant l'ennemi de côté, d'en haut ou d'en bas, n'arrivera donc à placer qu'un seul coup, c'est-à-dire pas plus de coups qu'un canon FFS/MK à cadence un peu plus basse. Naturellement, cela est à plus forte raison valable pour de plus grandes vitesses d'avion. On ne saurait parler d'une supériorité pratique que si la cadence est supérieure à 830 coups par minute, comme c'est le cas pour l'armement d'ailes Oerlikon "FF", dont la cadence est de 1050 cps/min; dans l'exemple cité, deux coups pourraient être placés à cette cadence. Dans ces circonstances il est évident que si la cadence du canon HS 404, qui n'est pas bien plus haute que celle du canon Oerlikon FFS/MK, a été obtenue aux dépens de la sûreté de fonctionnement, le prix payé est trop cher.

5°) - Finalement, le poids du projectile du canon HS 404 est, paraît-il, inférieur à celui du projectile du canon Oerlikon. Cela explique pourquoi la vitesse initiale de l'obus du canon HS 404 est un peu plus élevée (900 m/sec suivant la Hispano-Suiza), car on sait qu'à égalité de pression des gaz la vitesse initiale augmente en proportion inverse du poids du projectile. L'avantage en résultant n'est pas bien grand et ne

se fait sentir que sur de très courtes distances, où la rasance est un peu meilleure grâce à la vitesse plus grande du projectile. Par contre, le projectile plus léger présente le désavantage d'une perte de vitesse plus rapide résultant d'une plus petite densité de section du projectile. Aux distances plus grandes, les avantages compensent pratiquement les désavantages.

Tous les connaisseurs de la matière qui auront lu sans prévention cette étude comparative ne manqueront pas de reconnaître que le canon Oerlikon FFS/MK non seulement égale le canon HS 404, mais que, dans ses résultats pratiques, il est sûrement appelé à le surpasser.

Oerlikon
HS404:FFS/MK.

WAK-SO/20
21.2.1938.